第７章　酸と塩基

第16講　酸・塩基①

1　酸と塩基

固体を反応させやすくするために，水溶液にすることが多いが，水の中では水のイオン積の束縛を受ける。水素イオンと水酸化物イオンは水のイオン積を超えて共存することはできないのである。よって，まずは水素イオンを生成するもの，水酸化物イオンを生成するもの，すなわち酸と塩基をきちんと判断しなくてななららない。

(1)　**定義**

(ⅰ)　**アレニウスの定義**

酸　：水中で水素イオン(H^+)を生じるもの
塩基：水中で水酸化物イオン(OH^-)を生じるもの

(ⅱ)　**ブレンステッド・ローリーの定義**

酸　：水素イオン(H^+)を与えるもの
塩基：水素イオン(H^+)を受け取るもの

注：水中で水素イオン(H^+)はオキソニウムイオン(H_3O^+)として存在している。

(2)　**強弱**

(ⅰ)　**電離度**α

$$\alpha=\frac{\text{電離した酸(塩基)}}{\text{溶解した酸(塩基)}}$$

強酸　$\alpha=1$

H_2SO_4，HNO_3，HCl，HBr，HI

強塩基　$\alpha=1$

KOH，NaOH，$Ba(OH)_2$，$Ca(OH)_2$

上記以外が弱酸弱塩基($\alpha<1$)であり，αは濃度によって変化する(→弱酸の電離平衡)

(ⅱ)　**電離定数**K_aK_b

酸　$HA \rightleftarrows H^+ + A^-$　$K_a=\frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$

塩基　$YOH \rightleftarrows Y^+ + OH^-$　$K_b=\frac{[Y^+][OH^-]}{[YOH]}$

詳細は電離平衡の単元になるが，$K_a(K_b)$が大きいということは，強い酸(塩基)ということになる。これを使うと，αが１の強酸の中でも強弱を比較できるようになる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

(3) 価数

１分子の酸(塩基)が出しうる水素イオンH^+(水酸化物イオンOH^-)の数を価数とよぶ。通常化学式を見れば判断できる。二酸化炭素CO_2(２価)とアンモニアNH_3(１価)のみ化学式からは判断できないため，注意が必要である。

(4) 中和反応と量的関係

酸と塩基の反応を中和反応とよぶ。通常H^+とOH^-から水ができるため，下記の式のように表すことができる。

$$H^+ \quad + \quad OH^- \quad \longrightarrow \quad H_2O$$

酸と塩基が過不足なく反応する点が中和点であり，中和点では酸のもつ水素イオンH^+の物質量と塩基のもつ水酸化物イオンOH^-の物質量が一致する。

これより，中和点では

酸の物質量×価数＝塩基の物質量×価数

が成立する。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

(5)　水のイオン積とpH

(i)　水のイオン積

水は次のように電離している。

$$H_2O \longrightarrow H^+ + OH^- \quad \Delta H = 56\,\text{kJ}$$

平衡定数Kは

$$K = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]}$$

となるが，水の濃度は一定と考えることができるため，

$$K[H_2O] = K_w = [H^+][OH^-]$$

と表すことができる。これを水のイオン積K_wという。

平衡定数は温度で変化するため，水のイオン積も温度で変化する。25℃のとき水のイオン積は$1.0 \times 10^{-14}\ (\text{mol/L})^2$である。

(ii)　水素イオン濃度と液性

(i)で述べたように，温度が一定であるかぎり，水素イオン濃度と水酸化物イオン濃度の積は水のイオン積で一定となる。これを利用し，水素イオン濃度の割合で溶液の液性を定める。25℃で考えると

$[H^+] > [OH^-]$すなわち$[H^+] > 1.0 \times 10^{-7}$ mol/Lのとき酸性

$[H^+] = [OH^-]$すなわち$[H^+] = 1.0 \times 10^{-7}$ mol/Lのとき中性

$[H^+] < [OH^-]$すなわち$[H^+] < 1.0 \times 10^{-7}$ mol/Lのとき塩基性

(iii)　pH

(ii)のように，水素イオン濃度の割合で溶液の液性を表す。しかし水素イオン濃度の変化は極めて大きいため，対数をとったpHという指数を用いて表していく。

$$\text{pH} = -\log[H^+]$$

また，水酸化物イオン濃度の対数はpOHである。

$$\text{pOH} = -\log[OH^-]$$

25℃のとき

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

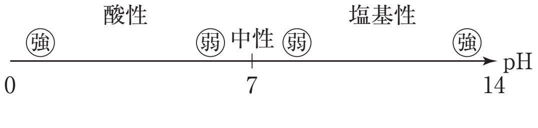
以上より，

pH＜7のとき酸性

pH＝7のとき中性

pH＞7のとき塩基性

となる。



2　塩

中和反応が起こると，水とともにイオン結合性物質が生じる。これが塩である。酸の水素イオンを他の陽イオンで置き換えたもの，もしくは塩基の水酸化物イオンを他の陰イオンで置き換えたものと考えることができる。これら塩の液性や反応を考えていく。

(1)　分類

		例
酸性塩	………酸のH^+が残っている塩	$NaHCO_3$
塩基性塩	……塩基のOH^-が残っている塩	$CuCl(OH)$
正塩	…………酸のH^+も塩基のOH^-も残っていない塩	NH_4Cl

液性とは関係ないことに注意しなくてはならない。

(2)　液性

酸HXと塩基YOHの中和反応で生じる塩YXで考える。

液性は通常，HXとYOHの強弱で判断できる。

		Y YOH由来	X HX由来			例
	①	SB	SA	―正塩→	中性	$NaCl$
	②	SB	SA	―酸性塩→	酸性	$NaHSO_4$
強い方の性質を示す	③	SB	WA	――→	塩基性	$NaHCO_3$
強い方の性質を示す	④	WB	SA	――→	酸性	NH_4Cl

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第16講　演習問題

1　アンモニアNH_3は水中で次の式に示す電離平衡が成り立っている。

$$NH_3 + H_2O \rightleftarrows NH_4^{+} + OH^{-}$$

この式において，ブレンステッドとローリーの定義による酸としてはたらいているものはどれか。2つ答えよ。

2

（Ⅰ）　次の(A)から(C)の水溶液をpHの小さいものから順に左から並べ，記号で答えよ。

(A)　1.0mol/Lの酢酸水溶液（電離度は0.0050）

(B)　0.010mol/Lの硫酸（電離度は1.0）

(C)　1.0mol/Lの塩酸10mLを容器に入れ，全体を純水で1.0Lに希釈した水溶液（電離度は1.0）

（Ⅱ）　塩化水素は水溶液中で完全に電離するとして，次の問いに答えよ。ただし，水溶液の温度は25℃に保つものとする。有効数字2桁で答えよ。また，log2＝0.30とする。

(1)　pH4.0の塩酸を純水で5.0倍に希釈して得られる水溶液のpHを求めよ。

(2)　pH4.0の塩酸を純水で希釈して，pH5.4の塩酸を調製するには，もとの塩酸を何倍に希釈しなければならないか。

3　中和滴定に関する次の記述を読み，問1～問3に答えよ。

シュウ酸二水和物0.63gを水100mLに溶かし，シュウ酸標準液Aとした。ある水酸化ナトリウム水溶液Bの10.0mLを，シュウ酸標準液Aを用いて滴定したところ，水酸化ナトリウム水溶液Bの濃度は0.12mol/Lであると計算された。

20mLの食酢Cに水を加えて100mLとし溶液Dとした。溶液Dに適当な指示薬を入れ，溶液Dの10.0mLを水酸化ナトリウム水溶液Bで滴定したところ，12.5mLを要した。

問1　シュウ酸標準液Aのシュウ酸の濃度は何mol/Lか。最も近い値を①～⑤のうちから一つ選べ。

①　0.030　　②　0.040　　③　0.050　　④　0.060　　⑤　0.070

問2　下線部で使用されたシュウ酸標準液Aの体積は何mLか。最も近い値を①～⑤のうちから一つ選べ。

①　8.0　　②　9.0　　③　10　　④　11　　⑤　12

問3　食酢Cの酢酸の質量パーセント濃度（％）として最も近い値を①～⑤のうちから一つ選べ。ただし，食酢Cの酸はすべて酢酸であるとし，食酢の密度は1.0g/cm^{3}とする。

①　3.0　　②　3.5　　③　4.0　　④　4.5　　⑤　5.0

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

4　次の記述のうち，その内容が正しいものはどれか。

a. 塩化アンモニウムは正塩であり，その水溶液は塩基性を示す。

b. 酢酸ナトリウムは正塩であり，その水溶液は塩基性を示す。

c. 硝酸カリウムは酸性塩であり，その水溶液は中性を示す。

d. 炭酸水素ナトリウムは酸性塩であり，その水溶液は酸性を示す。

e. 硫酸銅は塩基性塩であり，その水溶液は塩基性を示す。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第16講　確認テスト

1　ブレンステッド・ローリーの定義で，酸と塩基の両方の働きを持たないのはどれか。

ア　HS^-　　イ　H_2O　　ウ　CO_3^{2-}　　エ　HPO_4^{2-}　　オ　HSO_3^-

2　0.20mol/Lの希硫酸20mLと0.20mol/Lの希塩酸20mLとの混合溶液を過不足なく中和するには，0.50mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液が［　　］mL必要である。

［　　］に対する解答群　①　16　　②　24　　③　32　　④　40　　⑤　48

3　濃度を0.1mol/Lに調整した1価の酸の水溶液がpH＝4であった。この酸の電離度にもっとも近い値はどれか。

a.　1　　b.　10^{-1}　　c.　10^{-2}　　d.　10^{-3}　　e.　10^{-4}

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第16講　演習問題

1　H_2O，NH_4^+

2　（Ⅰ）　(B)＜(C)＜(A)

（Ⅱ）　(1) 4.7　　(2)　25 倍

3　問 1　③

問 2　⑤

問 3　④

4　b

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第16講　確認テスト

1　ウ

【解説】

CO_3^{2-}イオンはH^+を受け取ってHCO_3^-イオンになるため塩基として働くが，H^+を放出することはできないため酸にはなれない。

2　②

【解説】

中和に必要な水酸化ナトリウム水溶液をvmLとすると，中和点での量的関係より，

$$0.20 \times 20 \times 2 + 0.20 \times 20 \times 1 = 0.50 \times v \times 1$$

$$v = 24\text{mL}$$

3　d

【解説】

$$[H^+] = 0.1 \times 1 \times \alpha = 1.0 \times 10^{-4}$$

$$\alpha = 10^{-3}$$

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。